

ISSN 0206-5657. Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2011. Випуск 57. С. 190–194  
Visnyk of the Lviv University. Series Biology. 2011. Issue 57. P. 190–194

УДК 593.175:627.88(477.42)

## ВИДОВИЙ СКЛАД КРУГОВІЙЧАСТИХ ІНФУЗОРІЙ (CILIOPHORA, PERITRICHIA) НА РІЗНИХ СТАДІЯХ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД

Л. Константиненко

*Житомирський державний університет імені Івана Франка  
вул. Пушкінська, 42, Житомир 10002, Україна  
e-mail: lkonstantynenko1@rambler.ru*

Круговійчасті інфузорії виявлено у рідинах первинних відстійників, аеротенків і вторинних відстійників очисних споруд. У первинних відстійниках знайдено лише 3 види, а у перифітоні аеротенків і вторинних відстійників – 22 види круговійчастих інфузорій. Залежність щільності видів перітрих від стадії біологічного очищення не підтверджена статистично.

*Ключові слова:* круговійчасті інфузорії, очисні споруди, стічні води, аеротенк, активний мул.

Очищення стічних вод (СВ), які потрапляють на очисні споруди (ОС), починається механічним шляхом, після чого відбувається біологічний розклад органічних речовин. У СВ масово розвиваються бактерії, гетеротрофні джгутикові, які ведуть анаеробний процес розкладання органічних речовин стоків. Із круговійчастих інфузорій, здатних витримувати такі умови, було виявлено лише *Vorticella microstoma* Ehrenberg, 1830 [1]. У первинних відстійниках відбувається механічне очищення СВ. Біологічне очищення СВ здійснюється переважно в аеротенках за умов штучної аерації та постійного перемішування всієї маси рідини. Окиснення органічних речовин здійснюється за рахунок життєдіяльності аеробних організмів, що утворюють скупчення у вигляді платівок – активний мул (АМ). Порівняно з природним біотопом в аеротенках відносно менша різноманітність видів організмів через високу концентрацію забруднюючих речовин у СВ [13, 15]. Фауна активного мулу, за умови відсутності порушень технологічного режиму очищення, характеризується масовим розвитком протист. Переважаючою групою є інфузорії, особливо круговійчасті, і однією з причин цього є наявність замкнутого кругообігу АМ разом із прикріпленими до нього перітрихами [1, 10]. Видове різноманіття біоценозу АМ є специфічним і залежить від якості стоку та режиму роботи ОС [8]. Із аеротенків АМ потрапляє до вторинних відстійників.

Метою роботи було вивчити видовий склад перітрих на різних стадіях очищення СВ.

### Матеріали та методи

Матеріал (круговійчасті інфузорії) впродовж 2006–2007 рр. відбирали в ОС м. Житомира, де відбувається очищення змішаних СВ (близько 40 тис. м<sup>3</sup>/добу), кількість промислових стоків незначна. ОС мають чотири комплекси, кожен із яких складається з первинних відстійників, аеротенків і вторинних відстійників. Дослідження проводили на першому комплексі ОС, який має класичну будову, всі складові розміщені окремо, аеротенки трикоридорні. Впродовж усього періоду дослідження значення температури в аеротенках становило +14,8±5,06°C, значення мулового індексу – 153,12±31,59, значення вмісту розчиненого кисню – 4,4±1,4 мг/л.

Усього було відібрано й опрацьовано більше 120 проб. Проби брали ковшем, зачерпуючи з товщі рідини первинних відстійників, аеротенка та вторинних відстійників.

Матеріал доставляли до лабораторії у відкритій посудині, де його постійно аерували за допомогою компресора (Atman-A1500). Круговійчасті інфузорії вивчали в живому стані під мікроскопом МБР-3, при збільшенні 150–600 разів. Взятую пробу обробляли впродовж 6–7 год. Визначення видів проводили за визначниками А. Каля [17], Й. Штіллер [21] і А. Варрена [22]. Використана система перітрих за П. Пюторак зі співавторами [19].

У роботі використовували трапляння перітрих, яке обчислювали як відношення кількості проб, у яких знайдено даний вид, до загальної кількості проб. Щільність перітрих визначали методом відкаліброваної краплі [11]. Щоб дослідити залежність щільності круговійчастих інфузорій від стадії біологічного очищення, проби відбирали відповідно на початку, всередині та на кінці аеротенка у трьох повторностях і визначали в них щільність перітрих. Результати дослідження опрацювали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу.

### Результати і їхнє обговорення

Перітрихи знаходили у рідинах первинних відстійників, перифітоні аеротенків і вторинних відстійників.

Рідина у первинних відстійниках є полісапробною зоною, з високим вмістом органічних речовин і низькою концентрацією розчиненого кисню [2]. Тут ідентифікували три види круговійчастих інфузорій (*Vorticella microstoma*, *V. alba* Fromentel, 1874 та *Carchesium polytipinum* (Linnaeus, 1758)). Ці види належать до *p*-сапробів і  $\alpha$ -мезосапробів [14]. Проте нечасте видалення осаду з первинного відстійника призводило до активного розкладу мікрофлорою органічних речовин, виділення метаболітів [8, 9], які були токсичними для вищезгаданих видів, тому траплялися також неактивні зооїди цих видів або перітрихи взагалі були відсутні.

В АМ аеротенків нами виявлено 22 види перітрих. Вони представлені поодинокими (рід *Vorticella* Linnaeus, 1767) і колоніальними (*Carchesium* Ehrenberg, 1831, *Zoothamnium* Borg, 1824, *Epistylis* Ehrenberg 1830, *Opercularia* Goldfuss, 1820) формами алорікат. Перемішування АМ завдяки штучній аерації є одним із основних факторів відбору видів перітрих у його біоценозі. До таких умов існування пристосувалися перітрихи зі скоротливими стеблами (роди *Vorticella*, *Carchesium* та *Zoothamnium*), які при механічному подразненні здатні реагувати скороченням стебла. Перітрихам з нескоротливими стеблами, які в природі були виявлені як епібіонти на водних тваринах [4–6], саме життя на них у природних водоймах допомогло пристосуватися до умов турбулентності в аеротенках [1, 2]. Лорікати (рід *Thuricolla* Kent, 1881), виявлені під час дослідження, були представлені одним видом. Цій групі протист пристосуватися до умов аеротенків допомагає лоріка, куди вони занурюються при скороченні зоїда внаслідок його подразнення.

Частота трапляння круговійчастих інфузорій представлена на рис. 1.

Найбільш звичайними видами першого комплексу за частотою трапляння були: *Epistylis plicatilis* Ehrenberg, 1831 (трапляння 0,83), *E. thinemanni* (Nenninger, 1948) (0,58), *E. coronata* Nusch, 1970 (0,54), *E. entzii* Stiller, 1935 (0,5), *E. bimarginata* Nenninger, 1948 (0,46), *E. chrysemydis* Bishop et Jahn, 1941 (0,42), *Opercularia articulata* Goldfuss, 1820 (0,58), *V. microstoma* (0,83), *V. convallaria* (Linnaeus, 1758) (0,75), *V. striata* Dujardin, 1841 (0,71), *V. alba* (0,54), *V. submicrostoma* Ghosh, 1922 (0,42). До видів, які рідше трапляються, слід віднести: *E. epibioticum* Banina, 1983 (0,17), *E. longicaudatum* Banina, 1983 (0,08), *O. coarctata* (Claparède et Lachmann, 1858) (0,13), *O. microdiscum* Faure-Fremiet, 1904 (0,13), *V. picta* (Ehrenberg, 1831) (0,04), *V. petergoffi* Banina, 1983 (0,04), *Z. parasiticum* Stein, 1859 (0,21), *Carchesium batorligetiense* (Linnaeus, 1758) Ehrenberg, 1830 (0,21), *C. polypinum* (0,04), *Thuricola similis* Bock, 1963 (0,08).

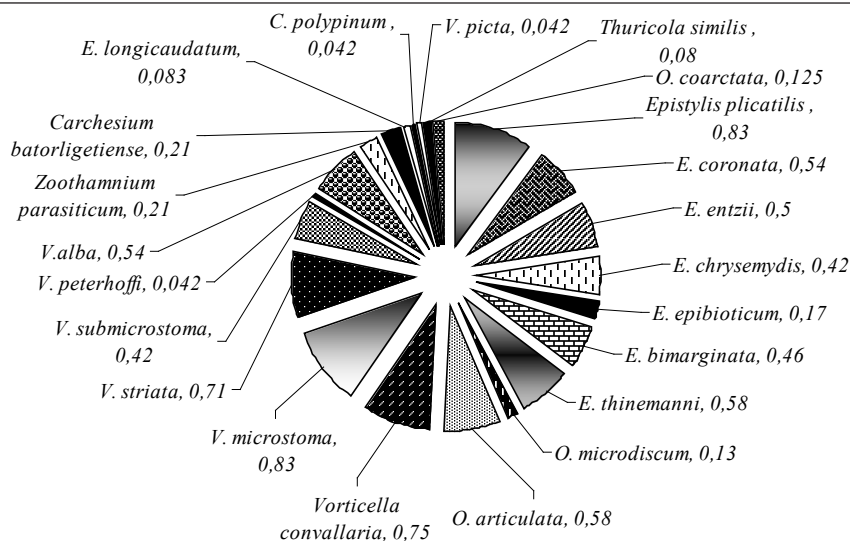


Рис. 1. Трапляння різних видів перітрих у першому комплексі очисних споруд м. Житомира.

Існують різні думки стосовно індикаторного значення різних родів перітрих. Одні дослідники найкращими індикаторами якості АМ вважають представників роду *Epistylis* [16], інші – *Vorticella* [18, 20]. Існує також думка, згідно з якою робити узагальнення на користь того чи іншого роду як найбільш зручного й ефективного індикатора специфічних умов у системі очищення СВ є ризикованим [12]. Дані трапляння, наведені вище, можна використовувати при виборі індикаторних видів різних значень технологічних характеристик роботи ОС: вмісту розчиненого кисню, навантаження на мул (кількість органічних речовин, що припадає на 1 г АМ), значень рН, наявності токсинів. Ми вважаємо, що види, які мають високе значення трапляння, є індикаторами нормально працюючого АМ, при якому якість очищення СВ є максимальною (*E. plicatilis*, *V. striata*, *V. convallaria*, *V. microstoma*). А індикаторами критичних станів роботи ОС – рідкісні. Наприклад, як один з індикаторів перевантаженого мулу, при якому на 1 г АМ припадає більше 350 мг забруднюючих речовин і погіршується якість очищення води є *C. polypinum*. Наші дані підтверджуються результатами інших дослідників [3].

Оскільки стічна вода подається на початку аеротенка і витікає з протилежного його кінця, то, відповідно, концентрація органічних речовин на початку аеротенка значно вища, ніж на кінці [7]. Ми дослідили залежність щільності кожного з видів від стадії біологічного очищення за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу. Проте ця залежність для усіх видів не була підтверджена статистично, оскільки значення довірчої вірогідності ( $p$ ) значно перевищували 0,05. Можливо, це зумовлено нерівномірністю розподілу окремих видів в аеротенках через інтенсивне перемішування АМ внаслідок штучної аерації та відносно малого часу перебування (6–8 год) його в аеротенку [15].

Мул, який виходить з аеротенка разом зі стічною рідиною, потрапляє у вторинний відстійник, осідає там під впливом власної маси на дно, згущується, оскільки піддування повітря і перемішування рідини у ньому немає. У перифітоні вторинних відстійників були виявлені ті ж самі види перітрих, що і в АМ аеротенків. Із вторинного відстійника він знову потрапляє на початок аеротенка у згущеному стані.

Круговічасті інфузорії виявлено у рідинах первинних відстійників, аеротенків і вторинних відстійників. У первинних знаходили тільки 3 види круговічастих інфузорій, а у

змішаній рідині аеротенків і вторинних відстійників – 22 види. Найбільш звичайними видами перітрих активного мулу, за значеннями трапляння, є *Epistylis plicatilis*, *E. thinemanni*, *E. coronata*, *E. entzii*, *E. bimarginata*, *E. chrysemydis*, *Opercularia articulata*, *Vorticella microstoma*, *V. convallaria*, *V. striata*, *V. alba*, *V. submicrostoma*. Залежність щільності видів круговійчастих інфузорій від стадії біологічного очищення не була підтверджена статистично, оскільки значення довірчої вірогідності ( $p$ ) значно перевищували 0,05, що зумовлено інтенсивним перемишуванням АМ і відносно малим часом (6–8 год) перебування його в аеротенку.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Банина Н. Н. Peritricha Sessilida в биоценозе активного ила // Протозоология: Простейшие активного ила. Л.: Наука, 1983. Вып. 8. С. 87–116.
2. Банина Н. Н., Суханова К. М., Колесников С. Г., Таразанов В. В Самоочищение водоёмов и биологическая очистка сточных вод // Протозоология: Простейшие активного ила. Л.: Наука, 1983. Вып.8. С. 5–26.
3. Беляева М. А. К характеристике биоценозов активного ила в высоконагружаемых аэротенках и аэротенках с длительным периодом аэрации // Науч. докл. высшей школы, биол. науки. 1969. № 7. С. 98–103.
4. Бошко Е. Г. Комменсалы бокоплавов водоёмов Украины // XII конф. Укр. наук. тов-ва паразитологів: Тези доп. Київ, 2002. К., 2002. С. 16–17.
5. Бошко Е. Г. Паразиты и комменсалы длиннопалого речного рака // Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ. К.: Наук. думка, 1989. С. 189–200.
6. Бошко Е. Г. Состояние изученности сидячих кругоресничных инфузорий (Ciliophora, Peritrichia) – облигатных комменсалов водных моллюсков // Еколого-функціональні та фауністичні аспекти дослідження молюсків, їх роль у біоіндикації стану навколишнього середовища: Зб. наук. праць. Житомир: Волинь, 2004. С. 10–14.
7. Голубовская Э. К. Биологические основы очистки воды. М., 1978. 268 с.
8. Жмур Н. С. Управление процессом и контроль результата очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М.: Луч, 1997. 172 с.
9. Жуков А. И., Карелин Я. А., Колобанов С. К. Канализация. М.: Стройиздат, 1964. 644 с.
10. Истомина Л. П., Кириченко А. Г., Ракитин Е. Г. О видовом составе простейших и водорослей активного ила сточной воды, очищенной в аэротенках // Гидробиол. журн. 1973. Т. 9. № 5. С. 43–48.
11. Константиненко Л. А. Круговійчасті інфузорії (Ciliophora, Peritrichia) очисних споруд Житомира: Дис. ... канд. біол. наук: 03.00.08. Житомир. 2008. 198 с.
12. Финлей Г. Е. Экология кругоресничных инфузорий // Успехи протозоологии. Л.: Наука, 1969. С. 191–193.
13. Curds C. R. The Role of Protozoa in the Activated-Sludge Process // Amer. Zool. 1973. Vol. 13. P. 161–169.
14. Foissner W. Evaluating water quality using Protozoa and saprobity indexes // Protocols in Protozoology. Allen Press: Lawrence, 1992. B–11.
15. Foissner W. Microorganismen in extremen Lebensräumen // Protozoen im Belebtschlamm. 1991. Vol. 21. P. 326–328.
16. Horasawa I. Biological studies on activated sludge in the purification of sewage. 5. On the mechanism of removing the bacteria and organic suspensions from sewage // J. Water Works and Sewage. (Japan). 1950. Vol. 189. P. 55.
17. Kahl A. Urtiere oder Protozoa. 1. Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). 4. Peritricha und Chonotricha // Dahl. F. Die Tierwelt Deutschlands. Jena: G. Fischer, 1935. Teil 30. S. 651–805.

18. *Morishita J.* Ecological studies on Protozoa in activated sludge of separated system sewage in Japan // *Progress in Protozoology*. London, 1965. P. 116–117.
19. *de Puytorac P., Batisse A., Deroux G. et al.* Proposition d'une nouvelle classification du phylum des protozoaires *Ciliophora* Doflein, 1901 // *C. r. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie. Life Sciences*. 1993. N 316. P. 716–720.
20. *Reid R.* Vorticellids as indicators of efficiency in activated sludge sewage disposal plants: the significance of inter- and intra-species morphological variation // *J. Protozool.* 1967. Vol. 13. N 128. P. 31.
21. *Stiller J.* Szájkoszorus Csillósok – *Peritrichia*. Fauna Hungariae. 105. Budapest: Akad. Kiadó, 1971. 245 s.
22. *Warren A.* A revision of the genus *Vorticella* (Ciliophora: Peritrichida) // *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. (Zool)*. 1986. Vol. 50. N 1. P. 1–57.

Стаття: надійшла до редакції 05.04.11

доопрацьована 25.05.11

прийнята до друку 27.05.11

#### THE SPECIES COMPOSITION OF THE PERITRICHIA (CILIOPHORA, PERITRICHIA) ON THE DIFFERENT STAGES OF THE SEWAGE WATERS CLEANING

L. Konstantynenko

*Ivan Franko Zhytomyr State University  
42, Pushkinska St., Zhytomyr 10002, Ukraine  
e-mail: lkonstantynenko1@rambler.ru*

The Peritrichia were found in liquors of the primary sedimentation tanks, of the activated sludge tanks and of the secondary sedimentation tanks. In the primary sedimentation tanks were found only 3 species, in the periphyton of the activated sludge tanks and of the secondary sedimentation tanks – 23 species peritrichia. The dependence of the compactness of the peritrichia species from the biological cleaning stage doesn't confirmed statistically.

*Key words:* peritrichia, sewage treatment plant, sewage waters, activated sludge tank, activated sludge.

#### ВИДОВОЙ СОСТАВ КРУГОРЕСНИЧНЫХ ИНФУЗОРИЙ (CILIOPHORA, PERITRICHIA) НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Л. Константиненко

*Житомирский государственный университет имени Ивана Франко  
ул. Пушкинская, 42, Житомир 10002, Украина  
e-mail: lkonstantynenko1@rambler.ru*

Кругоресничные инфузории обнаружены в жидкостях первичных отстойников, аэротенков и вторичных отстойников очистных сооружений. В первичных отстойниках обнаружены только 3 вида, а в перифитоне аэротенков и вторичных отстойников – 23 вида кругоресничных инфузوري. Зависимость плотности видов перитрих от стадии биологической очистки не подтверждена статистически.

*Ключевые слова:* кругоресничные инфузории, очистные сооружения, сточные воды, аэротенк, активный ил.